

**Der Einfluß verschiedener Fettarten auf die
Phosphatidkonzentrationen im Serum und in den
Lipoproteinfraktionen bei einem Fettanteil
von 33% der Nahrungsenergie**

Alfred Nieberle

1901

Aus der Medizinischen Poliklinik der Universität München

Vorstand: Prof. Dr. N. Zöllner

Der Einfluß verschiedener Fettarten auf die Phosphatid-
konzentrationen im Serum und in den Lipoproteinfraktionen
bei einem Fettanteil von 33 % der Nahrungsenergie

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig Maximilians - Universität zu München

vorgelegt von

Alfred Nieberle

aus

Gunzenhausen

1981

Mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin
der Universität München

Berichterstatter:	Prof. Dr. G. Wolfram
Mitberichterstatter:	Prof. Dr. N. Zöllner
Dekan:	Prof. Dr. W. Spann
Tag der mündlichen	
Prüfung:	24. März 1981



Inhalt

Seite

1	I. Einleitung
2	II. Methodik
	1. Versuchsansatz
	2. Phosphatidbestimmung im Serum
	3. Auftrennung der Lipoproteine nach ihrer Dichte in der präparativen Ultrazentrifuge
7	III. Ergebnisse
	1. Gesamtphosphatide im Plasma
	2. Gesamtphosphatidbestimmung in den Lipoproteinfraktionen
12	IV. Diskussion
17	V. Zusammenfassung
18	VI. Anhang
42	VII. Literaturverzeichnis



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549025_0034

Einleitung

In prospektiven Langzeitstudien ist mehrfach festgestellt worden, daß der Serumcholesterinspiegel positiv korreliert mit dem Auftreten der koronaren Herzerkrankung einschließlich Herzinfarkt (11,17,18,19). Durch Änderung der Nahrungsfettzusammensetzung mit Verringerung der Zufuhr an gesättigten Fettsäuren und Steigerung der Zufuhr an mehrfach ungesättigten Fettsäuren konnte in einer Langzeitstudie in Finnland gezeigt werden, daß Cholesterin-, Triglycerid- und Phosphatidspiegel im Serum abfallen, und die Inzidenz an koronarer Herzkrankheit ebenfalls abnimmt (28). Zu demselben Ergebnis kam das "Dietary Trial" am Los Angeles Veterans Administration Center (9). Im "Anti-Coronary-Club-Project" in New York konnte nachgewiesen werden, daß eine Diät, die sog. "Prudent Diet", die 30 - 33% der Gesamtkalorien als Fett enthält und ein Verhältnis von mehrfach ungesättigten Fettsäuren zu gesättigten Fettsäuren von 1,25 - 1,50 aufweist, die Häufigkeit neu auftretender Herzgefäßerkrankungen reduziert und das Herzinfarktrisiko mindert (8).

Das Ergebnis einer sekundären Präventivstudie in Norwegen war, daß bei Patienten, die einen Herzinfarkt erlitten hatten, durch Verringerung der Zufuhr von gesättigten Fettsäuren und Steigerung der Zufuhr von mehrfach ungesättigten Fettsäuren die Häufigkeit eines erneuten Infarktes abnahm (21). Diese und eine Vielzahl weiterer Studien sind von einigen Autoren (5, 15, 23, 26) zusammengefaßt worden, verbunden mit dem Ratschlag an die Bevölkerung, Nahrungsfette mit mehrfach ungesättigten Fettsäuren denen mit gesättigten Fettsäuren vorzuziehen, um das Risiko einer koronaren Herzerkrankung zu verringern.

Die Bevölkerung der Bundesrepublik Deutschland nimmt ca 40 % der Nahrungsenergie in Form von Fett zu sich (24). Die oben genannten Studien mit Ausnahme des "Anti-Coronary-Club-Project" wurden ebenfalls mit ca 40 % Nahrungsenergie als Fett durchgeführt. Im folgenden Versuch wurde die Frage untersucht, ob bei einem Fettenergieanteil von 33 % in der Nahrung die Serumlipidspiegel, insbesondere die Serumphosphatidspiegel sinken, und welche Rolle der Anteil an gesättigten bzw. mehrfach ungesättigten Fettsäuren spielt.

1. Versuchsansatz

Sechs gesunde Versuchspersonen ernährten sich 42 Tage vom 16.6.1976 - 28.7.1976 ausschließlich von einer Formeldiät. Die biologischen Daten der Versuchspersonen sind in Tabelle 1 im Anhang dargestellt. Die Versuchspersonen mußten während ihres Versuchs ihr Körpergewicht möglichst konstant halten, die Tageskalorienmenge wurde je nach Gewichtskurve variiert. Die Formeldiät bestand aus 15 % Eiweiß entsprechend 122,3 g Hyperprotidine, 52 % Kohlenhydraten entsprechend 412,7 g Maltodextrin 19 und 33 % Fett entsprechend 110 g Fett. Die Prozentangaben beziehen sich auf den Energiegehalt der Nahrung..

Eiweiß-, Kohlenhydrat- und Fettanteile wurden mit 500 ml Wasser zu breiiger Konsistenz vermischt. Pro Versuchstag wurden 5 g Kochsalz der Formeldiät zugegeben. Die Versuchspersonen erhielten jeden Tag Vitamine in Form einer Kapsel Multibionta^A, außerdem zweimal pro Woche prophylaktische Eisengaben. Das Trinken kalorienfreier Getränke war den Versuchspersonen freigestellt.

Es waren drei verschiedene Formeldiäten zu essen, die ausschließlich in ihrer Fettzusammensetzung differierten. Formeldiät 1 zeichnete sich durch einen hohen Gehalt an gesättigten Fettsäuren aus, Formeldiät 2 enthielt vor allem einfach ungesättigte Fettsäuren, Formeldiät 3 besaß einen großen Anteil an mehrfach ungesättigten Fettsäuren. Die Fettzusammensetzung der verschiedenen Formeldiäten ist in Tabelle 2 im Anhang dargestellt.

Je zwei Versuchspersonen (A mit B, C mit D, E mit F) aßen 14 Tage lang dieselbe Formeldiät, danach wurden die Formeldiäten unter den Versuchspersonen gewechselt, so daß während des Versuchs jede Versuchsperson jede Formeldiät für 14 Tage aß. Die zeitliche Reihenfolge der Formeldiäten bei den Versuchspersonen ist in Tabelle 3 im Anhang dargestellt. Im Intervall von einigen Tagen wurde den Versuchspersonen jeweils am Morgen im Nüchternzustand Blut aus der Cubitalvene entnommen. Die Phosphatide wurden jeweils am Ende eines Drittelabschnitts aus zwei verschiedenen Blutproben bestimmt. Aus denselben Seren wurde außerdem eine Auftrennung der Lipoproteine nach ihrer Dichte in der präparativen Ultrazentrifuge vorgenommen. Die Konzentration der Phosphatide in den verschiedenen Dichteklassen wurde bestimmt. Vor Beginn des Versuchs und drei Monate nach Beendigung des Versuchs wurden von den Versuchspersonen

Blutproben entnommen, um die Serumphosphatidkonzentration unter normaler Ernährung festzustellen.

2. Phosphatidbestimmung im Serum (4, 31, 32)

Zur Messung der Phosphatide aus frischem hämolysefreien Serum wurde die Biochemica Test Combination "Gesamt-Phosphor und Phosphatide", Best.-Nr. 15620, von Boehringer Mannheim GmbH verwendet.

a) Prinzip der Methode

Mit Trichloressigsäure werden die an Lipoprotein gebundenen Phosphatide ausgefällt, der so entstandene Niederschlag wird abzentrifugiert, das anorganische Phosphat im Überstand wird dekantiert. Anschließend erfolgt eine nasse Veraschung des Sediments mit Perchlorsäure und Wasserstoffperoxid bei 180-200 °C. Die entstandene farblose Flüssigkeit wird in die Molybdänreaktion eingeführt und die in Gegenwart von Ammoniumvanadat auftretende gelbe Farbe photometriert.

b) Durchführung

In ein 10 ml Zentrifugenglas wurden 0,1 ml Serum und 2 ml 1,2-normale Trichloressigsäure pipettiert, der Inhalt gut gemischt und nach zehn Minuten Wartezeit für zehn Minuten bei 4000 Umdrehungen/min zentrifugiert. Danach wurde der klare Überstand mit dem anorganischen Phosphat abgegossen und das Zentrifugenglas mit der Öffnung nach unten fünf Minuten lang auf Filterpapier gestellt. Die nachgelaufenen Reste des Überstands wurden mit Filterpapier entfernt. Der Niederschlag wurde zur Phosphatidbestimmung eingesetzt.

Für jede Meßreihe wurden neben den Zentrifugengläsern mit dem Niederschlag Reagenzgläser für Leerwert und Standard benötigt. Zunächst wurden 0,5 ml 70 %ige Perchlorsäure in Leerwertglas, Standardglas und Probenglas pipettiert, anschließend 0,1 ml der Lösung 4 in Standardglas, sowie 0,4 ml Wasserstoffperoxid in Leerwert-, Standard- und Probenglas. Die Zusammensetzung der benötigten Lösungen ist in Tabelle 4 im Anhang dargestellt.

Nach dem Mischen wurden alle Gläser in einen Heizofen gestellt und auf ca 190 °C erhitzt. Nach 30-minütiger Hitzeeinwirkung wurden die Gläser aus dem Heizofen genommen und bei Raumtemperatur abgekühlt. Nach Abkühlung wurde in jedes Glas 2,0 ml destilliertes

Wasser, 1,0 ml der Lösung 1 und 1,0 ml der Lösung 2 pipettiert. Nach Mischen und zehnmütigem Stehenlassen wurde der Inhalt des Leerwertglases in eine Glasküvette von 1 cm Schichtdicke gegeben, die Küvette ins Photometer gestellt und bei einer Wellenlänge von 405 nm der Nullwert eingestellt. Mit derselben Küvette wurden anschließend die Extinktionen von Standard und Proben gemessen.

c) Berechnung der Phosphatidkonzentration im Serum

$$\text{Konzentration Phosphatide (mg\%)} = 125 \times \frac{\text{Extinktion Probe}}{\text{Extinktion Standard}}$$

d) Anmerkungen zur Durchführung

Bei der Phosphatidbestimmung wurden nur mit Chromschwefelsäure gereinigte und anschließend mit dest. Wasser ausgespülte Gläser und Pipetten verwendet. So oft wie möglich wurden Eppendorf-Pipetten eingesetzt. Zum Ausschluß von Pipettier- oder sonstigen zufälligen Fehlern wurde jeder Serumwert dreifach bestimmt und der Mittelwert zur Berechnung eingesetzt. Zur Qualitätskontrolle wurde bei jeder Meßreihe "Precilip", Best.-Nr. 15938, von Boehringer Mannheim GmbH ebenfalls dreifach bestimmt.

3. Auftrennung der Lipoproteine nach ihrer Dichte in der präparativen Ultrazentrifuge (10)

a) Prinzip der Methode

Die Lipoproteine besitzen ein Dichtespektrum von 0,92 - 1,21 g/ml. Sie lassen sich nach ihrer Dichte in der Ultrazentrifuge in drei Fraktionen auftrennen: Very Low Density Lipoproteins (VLDL) mit einer Dichte von 0,92 - 1,006 g/ml, Low Density Lipoproteins (LDL) mit einer Dichte von 1,006 - 1,063 g/ml und High Density Lipoproteins (HDL) mit einer Dichte von 1,063 - 1,21 g/ml. Die Auftrennung erfolgt derart, daß Lipoproteine im Schwerefeld in Lösungen, die eine niedrigere Dichte als die der Lipoproteine besitzen, sedimentieren und in Lösungen, welche eine höhere Dichte als die der Lipoproteine aufweisen, flotieren.

b) praktische Durchführung

8 ml Serum und 4 ml Salzlösung der Dichte 1,006 g/ml wurden in ein spezielles Zentrifugenglas pipettiert und 16 Stunden bei 40 000 U/min zentrifugiert. Der 1. Überstand, in dem sich die VLDL-Fraktion mit Lipoproteinen von geringerer Dichte als 1,006 g/ml befindet, wurde abgetrennt und zu 6 ml vom 1. Unterstand 6 ml Salzlösung der Dichte $d = 1,120$ g/ml pipettiert. Die Dichte der somit erhaltenen Lösung berechnet sich wie folgt:

$$\frac{6\text{ml} \times 1,006 \text{ g/ml} + 6\text{ml} \times 1,120 \text{ g/ml}}{12 \text{ ml}} = 1,063 \text{ g/ml.}$$

Diese Lösung wurde wiederum 16 Stunden bei 40 000 U/min zentrifugiert. Der 2. Überstand mit der LDL-Fraktion wurde danach abgetrennt und zu 5 ml des 2. Unterstandes 5,4 ml Salzlösung der Dichte $d = 1,346$ g/ml und 1,6 ml Salzlösung der Dichte $d = 1,210$ g/ml pipettiert. Die Dichte der somit erhaltenen Lösung berechnet sich folgendermaßen:

$$\frac{5\text{ml} \times 1,063 \text{ g/ml} + 5,4 \text{ ml} \times 1,346 \text{ g/ml} + 1,6 \text{ ml} \times 1,210 \text{ g/ml}}{12 \text{ ml}} = 1,21 \text{ g/ml.}$$

Diese Lösung wurde anschließend 40 Stunden bei 40 000 U/min zentrifugiert. Der 3. Überstand wurde wiederum abgetrennt.

Die abgetrennten Überstände mit den verschiedenen Dichtefraktionen VLDL, LDL, HDL wurden ebenso wie der 3. Unterstand in die Phosphatidmessung eingebracht. Es wurde in gleicher Weise verfahren wie mit den Nativseren, wobei als Ausnahme in der VLDL-Fraktion im Bestimmungsansatz 0,2 ml statt 0,4 ml Wasserstoffperoxid verwendet wurde und die Oxidationszeit im Heizofen auf 15 Minuten verkürzt wurde.

c) Berechnung der Phosphatidkonzentrationen in den verschiedenen Dichtefractionen der Ultrazentrifuge

$$\text{VLDL: } \frac{1.\text{Überstand ml}}{8} \times \frac{\text{Extinktion VLDL}}{\text{Extinktion Standard}} \times 125 = \text{Phosphatidkonz. in mg\%}$$

$$\text{LDL: } \frac{2.\text{Überst.}}{8} \times \frac{1.\text{Unterst.}}{6} \times \frac{\text{E LDL}}{\text{E Stand.}} \times 125 = \text{Phosphatidkonz. in mg\%}$$

$$\text{HDL: } \frac{3.\text{Überst.}}{8} \times \frac{1.\text{Unterst.}}{6} \times \frac{2.\text{Unterst.}}{5} \times \frac{\text{E HDL}}{\text{E Stand.}} \times 125 = \text{Phosph.-Konz. mg\%}$$

$$\text{Rest: } \frac{3.\text{Unterst.}}{8} \times \frac{1.\text{Unterst.}}{6} \times \frac{2.\text{Unterst.}}{5} \times \frac{\text{E Rest}}{\text{E Stand.}} \times 125 = \text{Phosph.-Konz. in mg\%}$$

Über- und Unterstände wurden in ml eingesetzt.

Ergebnisse

a) Gesamtposphatide im Plasma

Die Phosphatidwerte, die vor Beginn des Formeldiätversuchs und drei Monate nach dessen Beendigung unter herkömmlicher Kost gemessen wurden, sind bei allen Versuchspersonen höher als die während der Formeldiätperiode gemessenen Werte. Die zweite Messung in der Vorversuchsperiode ergab teilweise geringere Werte als die erste Vorversuchsmessung bzw. die Messung in der Nachversuchsperiode. In Tabelle 8 im Anhang sind die arithmetischen Mittelwerte der Gesamtposphatidbestimmungen aus Vor- und Nachversuchsperiode dargestellt und deren Veränderungen unter den verschiedenen Formeldiäten. Bei den Versuchspersonen A, B, E und F nimmt die Serumphosphatidkonzentration unter Formeldiät 3 am meisten ab, bei Versuchsperson C unter Formeldiät 2, bei Versuchsperson D unter Formeldiät 1. Die geringste Abnahme der Serumphosphatidkonzentration ergibt sich bei den Versuchspersonen A, B, D und E unter Formeldiät 2, bei Versuchsperson C unter Formeldiät 3, bei Versuchsperson F unter Formeldiät 1. In Tabelle 9 im Anhang ist der arithmetische Mittelwert der Phosphatidkonzentrationen aus Vor- und Nachversuchsperiode jeweils gleich 100 % gesetzt und die prozentuale Abnahme der Gesamtposphatidwerte im Plasma unter den verschiedenen Formeldiäten dargestellt.

Durch die Reduktion der Fettzufuhr auf 33 % der Nahrungsenergie während der Formeldiätperiode kam es zu einer größeren Veränderung der Gesamtposphatide im Plasma als durch die Modifikation des Fettanteils während der Formeldiätperiode. Die durchschnittliche Abnahme der Plasma-phosphatidwerte bei der Umstellung auf Formeldiät liegt zwischen 10 und 30 %, während nachfolgend durch die Veränderung des Fettanteils die Schwankungen der Phosphatidspiegel 9 % nicht überschreiten.

b) Gesamtposphatidbestimmung in den Lipoproteinfraktionen

b a) VLDL- Fraktion

In der VLDL-Fraktion nehmen die Phosphatide einen Anteil von 15 Gewichtsprozent ein (29), damit sind die Phosphatidkonzentrationen geringer als in der LDL- oder HDL- Fraktion. Während des Formeldiätversuchs wie auch in der Vor- und Nachversuchsperiode wiesen die Phosphatidwerte der VLDL- Fraktion erhebliche Schwankungen auf. So lagen die Phosphatidkonzentrationen, die bei der zweiten Messung der Vorversuchsperiode bestimmt wurden, um 40 - 80 % niedriger als die der ersten Vorversuchsmessung. Am 41 Versuchstag waren die Phosphatidwerte bei allen Versuchspersonen höher als am 43. Versuchstag. Während des Formeldiätversuchs nahmen die Phosphatidkonzentrationen in der VLDL- Fraktion bei allen Versuchspersonen erheblich ab, erreichten Ende der vierten Woche den niedrigsten Wert und stiegen zu Ende des Versuchs wieder etwas an. In Tabelle 10 im Anhang sind die arithmetischen Mittelwerte der Phosphatidkonzentrationen in der VLDL- Fraktion unter herkömmlicher Kost gleich 100 % gesetzt und die Phosphatidwerte während des Formeldiätversuchs prozentual dargestellt. Bei allen Versuchspersonen nehmen die Phosphatidkonzentrationen in der VLDL- Fraktion während des Formeldiätversuchs den gleichen Verlauf. Eine Abhängigkeit von der Modifikation des Fettanteils der Formeldiäten ist nicht zu erkennen.

b b) LDL- Fraktion

Die Phosphatide besitzen in der LDL- Fraktion einen Gewichtsanteil von 22 % (29). Somit werden höhere Konzentrationen gemessen als in der VLDL- Fraktion. Die Phosphatidwerte bei der zweiten Bestimmung vor Versuchsbeginn ergaben bei allen Versuchspersonen höhere Werte als bei der ersten Bestimmung. In der VLDL- Fraktion verhielten sich die Werte umgekehrt. Am 41.Tag der Formeldiätperiode waren die Phosphatidwerte bei allen Versuchspersonen höher als am 43. Tag. Die Phosphatidkonzentration in der LDL- Fraktion von Versuchsperson E bei der zweiten Bestimmung vor Versuchsbeginn ist extrem hoch, während die Phosphatidkonzentration in der HDL- Fraktion sehr niedrig ist. Diese beiden Werte wurden bei der Auswertung nicht berücksichtigt. Bei allen Versuchspersonen ergaben sich unter den Formeldiäten niedrigere Phosphatidkonzentrationen in der LDL- Fraktion als während der Vor- und Nachversuchsperiode. In Tabelle 11 im Anhang sind die arithmetischen Mittelwerte der Phosphatidkonzentrationen in der LDL- Fraktion aus Vor- und Nachversuchsperiode dargestellt und deren Veränderung unter den verschiedenen Formeldiäten. Die größte Abnahme der Phosphatidkonzentration in der LDL- Fraktion ist bei den Versuchspersonen A, B und E unter Formeldiät 3 festzustellen, bei den Versuchspersonen C, D und F unter Formeldiät 1. Die geringste Abnahme der Phosphatidkonzentration in der LDL- Fraktion ist bei den Versuchspersonen A, C, D, E und F unter Formeldiät 2 festzustellen, bei Versuchsperson B unter Formeldiät 1. Die Abnahme der Phosphatidkonzentration in der LDL- Fraktion während des Formeldiätversuchs ist im Durchschnitt umso größer, je höher die Phosphatidkonzentration in der LDL- Fraktion unter herkömmlicher Kost war. In Tabelle 12 im Anhang ist der arithmetische Mittelwert der Phosphatidkonzentrationen in der LDL- Fraktion aus Vor- und Nachversuch jeweils gleich 100 % gesetzt und die prozentuale Abnahme der Phosphatidkonzentrationen in der LDL- Fraktion unter den verschiedenen Formeldiäten dargestellt. Die Phosphatidkonzentrationen in der LDL- Fraktion nehmen während des Formeldiätversuchs gegenüber herkömmlicher Kost um durchschnittlich 20 - 50 % ab, die prozentuale Abnahme ist unabhängig von der absoluten Höhe der Phosphatidkonzentration. Die Phosphatidkonzentrationen in der LDL- Fraktion reagieren bei allen Versuchspersonen prozentual stärker auf die Umstellung auf die Formeldiäten als die Gesamtposphatidkonzentrationen im Plasma. Ebenso sind die Schwankungen der Phosphatidkonzentrationen in der LDL- Fraktion die durch die Modifikation des Fettanteils der Formeldiäten bedingt sind, größer als bei den Gesamtposphatidbestimmungen im Plasma.

b c) HDL- Fraktion

In der HDL -Fraktion nehmen die Phosphatide einen Gewichtsanteil von 30 % ein (29). Es werden somit höhere Phosphatidkonzentrationen gemessen als in der VLDL- und LDL -Fraktion. Die Phosphatidkonzentrationen sind deutlich durch den Zeitpunkt der Bestimmung beeinflusst. Am 41. Tag des Formeldiätversuchs wurden bei allen Versuchspersonen niedrigere Phosphatidkonzentrationen gemessen als am 43. Tag. In der LDL-Fraktion verhielten sich die Phosphatidkonzentrationen umgekehrt, die höheren Werte wurden am 41. Tag gemessen. Am 27. Tag der Formeldiätperiode waren alle Werte bis auf die von Versuchsperson F niedriger als am 29. Tag. Die erste Messung vor dem Versuchsbeginn kann bei der Auswertung nicht berücksichtigt werden, da die HDL-Fraktion nicht vom Rest getrennt wurde.

Bei allen Versuchspersonen sanken unter den verschiedenen Formeldiäten die Phosphatidkonzentrationen in der HDL-Fraktion im Vergleich zu den unter herkömmlicher Kost gemessenen Werten. Einzige Ausnahme war Versuchsperson A, bei der unter Formeldiät 3 die Phosphatidkonzentration in der HDL-Fraktion über den unter herkömmlicher Kost gemessenen Wert anstieg. In Tabelle 13 im Anhang sind die arithmetischen Mittelwerte der Phosphatidkonzentrationen in der HDL- Fraktion aus Vor- und Nachversuch dargestellt und deren Veränderung unter den verschiedenen Formeldiäten. Bei den Versuchspersonen B, C,D und F ist die größte Abnahme der Phosphatidkonzentrationen in der HDL-Fraktion unter Formeldiät 3 festzustellen, bei Versuchsperson A unter Formeldiät 2, bei Versuchsperson E gleichermaßen unter Formeldiät 2 und 3. Die höchsten Phosphatidwerte in der HDL-Fraktion werden bei den Versuchspersonen C, D und F unter Formeldiät 2 gemessen, bei den Versuchspersonen B und E unter Formeldiät 1, bei Versuchsperson A unter Formeldiät 3. In Tabelle 14 im Anhang ist der arithmetische Mittelwert der Phosphatidkonzentrationen in der HDL- Fraktion aus Vor-und Nachversuch jeweils gleich 100 % gesetzt und die prozentuale Abnahme der Phosphatidkonzentrationen unter den verschiedenen Formeldiäten dargestellt. Die Phosphatidkonzentrationen in der HDL-Fraktion nehmen unter den Formeldiäten prozentual geringer ab als die in der LDL-Fraktion. Die maximale Senkung der Phosphatidkonzentration in der HDL-Fraktion während der Formeldiätperiode im Vergleich zu herkömmlicher Kost übersteigt 33,5 % nicht.

b d) HDL-Fraktion und 3. Unterstand

Die Summen der Phosphatidkonzentrationen aus HDL-Fraktion und 3. Unterstand unterliegen während der Formeldiätperiode den gleichen Schwankungen wie die Phosphatidkonzentrationen der HDL-Fraktion allein.

Die addierten Phosphatidkonzentrationen von der HDL-Fraktion und dem 3. Unterstand sind wieder deutlich durch den Zeitpunkt der Bestimmung beeinflusst. Am 41. Versuchstag waren bei allen Versuchspersonen niedrigere Phosphatidkonzentrationen in der HDL-Fraktion und dem 3. Unterstand gemessen als am 43. Versuchstag, am 27. Versuchstag niedrigere Werte als am 29. Versuchstag. Auch bei der ersten Phosphatidbestimmung vor Beginn des Formeldiätversuchs wurden in der HDL-Fraktion und dem 3. Unterstand zusammen niedrigere Werte gemessen als in der zweiten Bestimmung vor Beginn des Versuchs.

Unter den Formeldiäten nehmen bei fünf Versuchspersonen die Summen der Phosphatidkonzentrationen aus HDL-Fraktion und 3. Unterstand ab, nur bei Versuchsperson A ist unter Formeldiät 3 wie schon in der HDL-Fraktion allein ein geringer Konzentrationsanstieg zu sehen.

Bei den Versuchspersonen B, C, D und F nehmen die Summen der Phosphatidkonzentrationen aus HDL-Fraktion und 3. Unterstand unter Formeldiät 3 am meisten ab, bei den Versuchspersonen A und E unter Formeldiät 2.

Diskussion

Da die Formeldiäten jeweils 14 Tage gegeben wurden, konnte man annehmen, daß unter jeder Fettart ein Stoffwechselgleichgewicht erreicht würde. Hierfür wird von den meisten Autoren ein Zeitraum von zehn Tagen für ausreichend erachtet. Da aber, unabhängig von der Formeldiät eine einheitliche Veränderung der Phospholipidwerte bei allen Versuchspersonen beobachtet werden kann (Abb.1), muß man eine Beeinflussung der Phospholipidwerte durch die Dauer der Formeldiätperiode annehmen. Die einzelnen Phosphatidbestimmungen zeigten bei Dreifachbestimmungen untereinander nur eine geringe Streubreite. Somit können methodische Fehler bei der Phosphatidbestimmung ausgeschlossen werden. Die einzelnen Trennungsschritte der Ultrazentrifuge wurden mit Hilfe der Lipoproteinelektrophorese kontrolliert. Hierbei konnte eine exakte Trennung der einzelnen Lipoproteinfraktionen nachgewiesen werden. Somit können die zeitlich auftretenden Schwankungen der Phospholipidwerte derzeit nicht erklärt werden. Auffällig sind die einheitlichen Veränderungen aller Phospholipidwerte in den Fraktionen der Ultrazentrifuge an manchen Versuchstagen. So wurden bei der ersten Bestimmung vor Versuchsbeginn hohe VLDL- und niedrige LDL-Phosphatidwerte gemessen, bei der zweiten Bestimmung vor Versuchsbeginn niedrige VLDL- und hohe LDL-Werte. Am 41. Versuchstag waren VLDL- und LDL-Phospholipidkonzentrationen höher als am 43. Versuchstag, dafür konnten am 43. Versuchstag höhere HDL-Phospholipidkonzentrationen gemessen werden als am 41. Versuchstag. Diese Verschiebungen unter den Fraktionen, die fast immer bei allen Versuchspersonen gleichzeitig auftreten, beruhen wahrscheinlich auf einem systematischen Fehler beim Arbeitsvorgang an der Ultrazentrifuge. Lipoproteine mit einer Dichte über 1,21 g/ml finden sich im 3. Unterstand der präparativen Ultrazentrifuge. Es ließen sich nur geringe Extinktionen bei der Messung der Phosphatidkonzentrationen feststellen, die jedoch aufgrund der Verdünnung durch Umrechnung beträchtliche Phosphatidkonzentrationen zwischen 10 und 40 mg% ergaben. Die Werte schwankten je nach Lauf der Ultrazentrifuge. So konnten in der zweiten Bestimmung vor Versuchsbeginn hohe Phosphatidwerte im 3. Unterstand der Ultrazentrifuge gemessen werden, in der Bestimmung nach dem Versuch

ergaben sich nur geringe Phosphatidkonzentrationen im 3. Unterstand. Unter den Formeldiäten ändern sich die Phosphatidkonzentrationen im 3. Unterstand bei den einzelnen Versuchspersonen nur geringfügig. Es läßt sich keine gerichtete Beeinflussung der Höhe der Phosphatidkonzentrationen im 3. Unterstand durch die Formeldiäten feststellen.

Im Ernährungsversuch enthielten alle Formeldiäten einen Fettanteil von 33 % der Gesamtkalorien. Die Normalbevölkerung der Bundesrepublik Deutschland verzehrt pro Kopf 140 g Fett am Tag, was einem Fettkalorienanteil von 40 % in der Nahrung entspricht (24). Da unsere Versuchspersonen in der Vorperiode eine Fettzufuhr hatten, die diesem Durchschnitt entsprach, kam es durch die Ernährungsumstellung auf die Formeldiäten zu einer Reduktion des Fettkalorienanteils um 7 %. Unabhängig von der unterschiedlichen Fettzusammensetzung der Formeldiäten nahmen bei allen Versuchspersonen die Serumphosphatidkonzentrationen während des Versuchs ab, was somit auf die Reduktion des Fettanteils in der Nahrung zurückzuführen sein dürfte. Versuchspersonen mit hohen Serumphosphatidkonzentrationen unter herkömmlicher Kost reagierten während der Formeldiätperiode mit einem größeren absoluten wie relativen Abfall der Phosphatidkonzentrationen als solche mit niedrigen Serumphosphatidkonzentrationen unter herkömmlicher Kost. So nahm bei Versuchsperson A, bei der unter herkömmlicher Kost eine Serumphosphatidkonzentration von 179,5 % gemessen wurde, während der Formeldiätperiode der Serumphosphatidspiegel zwischen 14,0 und 30,0 mg% entsprechend 7,8 und 16,7, % ab, bei Versuchsperson B hingegen, bei der unter herkömmlicher Kost eine Serumphosphatidkonzentration von 239,0 mg% gemessen wurde, nahm während der Formeldiätperiode der Serumphosphatidspiegel zwischen 64,8 und 73,8 mg% entsprechend 27,1 und 30,8 % ab. Auf diese Weise glichen sich die Phosphatidkonzentrationen der Versuchspersonen während des Formeldiätversuchs trotz unterschiedlicher Ausgangswerte an, was neben der Fettkalorienreduzierung auf dem Wegfall der individuellen Ernährungsgewohnheiten beruhen dürfte.

Es ist als erwiesen anzusehen, daß bei einem 40 %igen Fettkaloriengehalt der Nahrung der Austausch von gesättigten Fettsäuren gegen mehrfach ungesättigte Fettsäuren eine Senkung des Cholesterin- Triglycerid- und Phosphatidspiegels hervorruft. Für Cholesterin wurde dies von Groen

1952 bewiesen (14), später von anderen Autoren belegt (2,6,13,30). Daß bei einem hohen Anteil von mehrfach ungesättigten Fettsäuren in der Nahrung auch die Phosphatidkonzentration im Serum abfällt, ist ebenfalls seit 1952 bekannt (20) und später bestätigt worden (1,3,28). Steigert man den Fettanteil auf 50 % der Gesamtkalorien in der Nahrung unter Ersatz der gesättigten Fettsäuren durch bis zu 80 g mehrfach ungesättigte Fettsäuren, so sinkt der Serumcholesterinspiegel um ca 26 mg% ab, die Häufigkeit an Myokardinfarkten nimmt jedoch über einen Beobachtungszeitraum von 2 Jahren nicht ab (22).

Phosphatid- und Cholesterinkonzentrationen im Plasma verhalten sich gleichsinnig (16). In diesem Ernährungsversuch wurden bei vier Versuchspersonen die geringsten Plasmaphosphatidkonzentrationen unter der an mehrfach ungesättigten Fettsäuren reichen Formeldiät 3 erzielt.

Bei diesen vier Versuchspersonen fanden sich jedoch unter der an gesättigten Fettsäuren reichen Formeldiät 1 nur um 4,3 bis 13,9 mg% höhere Phosphatidspiegel als unter Formeldiät 3. Allein durch die Umstellung auf die fettreduzierte Formeldiät kam es zu einer Abnahme des Gesamtphosphatidspegel um bis zu 70 mg%. Die höchsten Phosphatidwerte während des Formeldiätversuchs wurden bei vier Versuchspersonen unter der an einfach ungesättigten Fettsäuren reichen Formeldiät 2 gemessen.

Die beiden Versuchspersonen, welche unter der an gesättigten und einfach ungesättigten Fettsäuren reichen Formeldiät die niedrigsten Phosphatidwerte erreichten, erhielten die mehrfach ungesättigte Fettsäuren enthaltende Formeldiät 3 im letzten Drittel des Formeldiätversuchs. Betrachtet man den Verlauf der Phosphatidkonzentrationen während des Versuchs (Abb.1), so stellt man bei allen Versuchspersonen zu Beginn des Versuchs einen steilen Abfall der Phosphatidwerte unabhängig von den verschiedenen Formeldiäten fest. Im weiteren Verlauf des Versuchs schwanken die Phosphatidspiegel geringfügig, um dann gegen Ende des Versuchs generell leicht anzusteigen. Die Phosphatidkonzentrationen verlaufen folglich während des Versuchs bei allen Versuchspersonen im großen und ganzen gleichsinnig, der Einfluß der unterschiedlichen Formeldiäten läßt sich im Kurvenbild nicht erkennen. Somit gewinnt die zeitliche Reihenfolge der Formeldiäten an Bedeutung, da durch den generellen Anstieg der Serumphosphatid-

konzentration am Versuchsende auch die Werte der Versuchspersonen ansteigen, die im letzten Drittel Formeldiät 3 aßen, ohne daß dies ein spezifischer Effekt dieser Diät ist. Aus diesen Beobachtungen läßt sich folgern, daß bei einer Formeldiät, die nur 33 % der Kalorien als Fett enthält, im Vergleich zu einer Kost mit 40 % der Energie als Fett die Fettsäurezusammensetzung von geringerer Bedeutung für die Höhe des Serumphosphatidspiegels ist. Ein ähnliches Ergebnis erbrachte 1974 ein Symposium im Bundesgesundheitsamt, allerdings bezogen auf 20 - 25 % Fettkalorien in der Nahrung (27).

Die Phosphatidwerte in den VLDL-Fraktionen zeigen einen von der Art der Formeldiäten unabhängigen Verlauf. Man kann bei allen Versuchspersonen einen erheblichen Abfall des Lipidphosphors in den VLDL-Fraktionen in der Mitte des Versuchs und einen leichten Anstieg gegen Ende des Versuchs feststellen. Der Abfall der Phosphatidkonzentrationen in den VLDL - Fraktionen ist folglich nur auf den geringeren Fettanteil der Formeldiäten zurückzuführen. Der Konzentrationsanstieg gegen Versuchsende könnte durch Stress bedingt sein, weil aus der Literatur bekannt ist, daß emotioneller Stress die prä- β -Lipoproteine, welche den VLDL entsprechen, vermehrt (25).

Die Phosphatidkonzentrationen der LDL-Fraktion reagieren am stärksten auf die Umstellung auf die Formeldiäten mit einem Abfall bis zu 50 % des Ausgangswertes. Die niedrigsten Werte erreichen je drei Versuchspersonen unter der an mehrfach ungesättigten und unter der an gesättigten Fettsäuren reichen Formeldiät. In unserem Ernährungsexperiment mit 33 % Nahrungsenergie als Fett konnte die in der Literatur beschriebene Senkung der Phosphatidfraktionen in der LDL durch mehrfach ungesättigte Fettsäuren somit nicht bestätigt werden.

In der LDL-Fraktion wurden unter Formeldiät 2 mit einem hohen Anteil an einfach ungesättigten Fettsäuren bei fünf Versuchspersonen die höchsten Phosphatidkonzentrationen gemessen.

In der HDL-Fraktion, welche den größten Anteil an Phosphatiden besitzt, reagieren die Phosphatidkonzentrationen am einheitlichsten auf die Formeldiäten. Die an mehrfach ungesättigten Fettsäuren reiche Formeldiät 3 senkt bei fünf Versuchspersonen den Phosphatidspiegel am meisten. Die Abnahme liegt bei durchschnittlich 19,2 mg%, während es unter Formeldiät 1 und 2 nur zu einer Abnahme von 16,7 bzw 16,5 % kam.

Aufgrund der Framingham - Studie (12) und anderen Untersuchungen (7) haben in letzter Zeit einige Autoren die These aufgestellt, daß die HDL - Cholesterinkonzentration umgekehrt proportional zum Herzinfarktrisiko sei. Ob nun eine Diät, welche aufgrund ihres niedrigen Fettgehalts wie die Formeldiäten in diesem Versuch die HDL - Phosphatidkonzentration verringert, ebenfalls die HDL - Cholesterinkonzentration verringert und ob sie gar das Herzinfarktrisiko vergrößert, muß durch weitere Untersuchungen geprüft werden.

Die Phosphatidkonzentrationen von HDL-Fraktion und 3. Unterstand verhalten sich im Prinzip wie die Phosphatidkonzentrationen der HDL-Fraktion allein. Somit wird die Höhe der Phosphatidkonzentration von HDL - Fraktion und 3. Unterstand von der Konzentration der Phosphatide in der HDL - Fraktion bestimmt, die im 3. Unterstand gemessenen Phosphatidkonzentrationen lassen keine gerichtete Beeinflussung durch die Formeldiäten erkennen.

Zusammenfassung

Sechs junge gesunde Versuchspersonen haben sich sechs Wochen lang ausschließlich von Formeldiäten ernährt, die 33 % der Gesamtenergie als Fett enthielten. Dies entsprach einer durchschnittlichen Reduktion des Fettanteils der Nahrung um 7 %. Die drei Formeldiäten unterschieden sich in ihrer Fettzusammensetzung. Der Fettanteil von Formeldiät 1 enthielt hauptsächlich gesättigte Fettsäuren, der von Formeldiät 2 einfach ungesättigte Fettsäuren und der von Formeldiät 3 mehrfach ungesättigte Fettsäuren. Zwei Versuchspersonen haben dieselbe Formeldiät über jeweils zwei Wochen bekommen, danach erfolgte ein Wechsel in unterschiedlicher Reihenfolge. Am Ende jeder Formeldiätperiode wurden Blutproben entnommen und der Serumphosphatidspiegel bestimmt. In der Ultrazentrifuge wurden die Lipoproteine nach ihrer Dichte aufgetrennt und in den einzelnen Fraktionen die Phosphatidkonzentrationen gemessen. Bei allen Versuchspersonen sanken die Serumphosphatidkonzentrationen während des Formeldiätversuchs um 15 - 30 %. Je höher der Ausgangswert war, desto größer war die gemessene Abnahme der Serumphosphatidkonzentration. Die Abnahme der Phosphatidwerte korreliert mit dem geringeren Fettanteil in der Nahrung. Die Einflüsse der Fettart waren im Vergleich dazu geringer.

Es konnte gezeigt werden, daß bei 33 % der Nahrungsenergie als Fett die Abnahme der Serumphosphatidkonzentrationen im Vergleich zum Ausgangswert unter Formeldiät 3 mit 22,1 % am größten war, während unter Formeldiät 1 und 2 diese Abnahme nur 20,3 bzw 18,3 % ausmachte.

Unter allen Formeldiäten war ein Abfall der Phosphatidkonzentrationen in allen mit der Ultrazentrifuge getrennten Fraktionen während des Formeldiätversuchs zu beobachten. Die durchschnittliche Abnahme der Phosphatidkonzentration unter allen Formeldiäten betrug in der VLDL-Fraktion 49,4 %, in der LDL-Fraktion 34,5 % und in der HDL - Fraktion 17,5 %. Prozentual nahm der Phosphatidgehalt im Mittel in der LDL - und HDL - Fraktion unter Formeldiät 3 am meisten ab.

Anhang

Tabelle 1: Biologische Daten der Versuchspersonen

Person	Geschlecht	Alter in Jahren	Größe in cm	Körpergewicht in kg
A	m.	24	178	66,0
B	m.	27	178	65,7
C	w.	24	156	49,3
D	m.	28	177	72,4
E	m.	24	176	65,7
F	m.	24	178	85,6

Tabelle 2: Fettzusammensetzung der verschiedenen Formeldiäten

Formeldiät	P/S-Quotient	Anteil an gesättigten FS in %	Anteil an einfach unges. FS in %	Anteil an mehrfach unges. FS in %
1	0,37	60,96	16,76	22,3
2	0,37	28,23	61,3	10,48
3	2,07	27,34	16,07	56,59

Tabelle 3: Reihenfolge der Formeldiäten bei den Versuchspersonen

Person	Tag 1-14	Tag 15-28	Tag 29-42
A u. B	Diät 3	Diät 1	Diät 2
C, u. D	Diät 1	Diät 2	Diät 3
E, u. F	Diät 2	Diät 3	Diät 1

Tabelle 4: Zusammensetzung der Lösungen, die bei der Messung der Serumphosphatidkonzentrationen verwendet wurden

Lösung 1: 21 mM Ammoniumvanadat u. 0,28 N Salpetersäure

Lösung 2: 40 mM Ammoniummolybdat u. 2,5 N Schwefelsäure

Lösung 4: 5 mg Phosphor / 100 ml

Tabelle 5: Gesamtphosphatide (mg%) der sechs Versuchspersonen
geordnet nach herkömmlicher Kost und den verschiedenen
Formeldiäten

Person	herkömmliche Kost	Formeldiät 1	Formeldiät 2	Formeldiät 3
A	175,0 163,6 200,0	153,0 154,5	169,5 161,5	159,5 139,4
B	258,3 207,4 251,3	174,4 172,1	181,9 166,4	165,2 165,2
C	213,3 187,5 208,3	170,9 159,5	163,2 163,8	170,9 168,9
D	210,0 203,4 180,5	173,8 160,9	167,6 184,5	176,7 162,5
E	273,3 228,7 240,3	197,8 195,9	216,9 202,6	193,3 189,6
F	238,0 174,2 244,4	165,1 161,5	156,6 155,1	145,3 153,5

Tabelle 6: Phosphatidkonzentrationen (mg%) in den Lipoproteinfraktionen
unter herkömmlicher Kost und den verschiedenen Formeldiäten

1. VLDL

Person	herkömmliche Kost	Formeldiät 1	Formeldiät 2	Formeldiät 3
A	7,0	0,7	4,0	4,9
	5,1	1,4	1,6	6,1
	5,1			
B	10,9	1,7	5,6	5,1
	14,2	0,7	1,4	6,0
C	7,3	5,9	1,2	3,5
	3,0	5,0	1,4	1,7
	4,5			
D	10,2	14,5	3,2	7,6
	6,0	7,5	4,3	4,8
	3,9			
E	23,6	5,6	14,0	3,7
	11,3	3,6	11,9	2,8
	15,3			
F	22,2	4,1	10,0	1,5
	4,8	3,4	7,9	1,1
	2,7			

2. LDL

Person	herkömmliche Kost	Formeldiät 1	Formeldiät 2	Formeldiät 3
A	42,0	34,1	42,8	30,6
	45,1	35,4	29,3	
	45,7			
B	54,9	47,6	44,3	40,5
	84,2	47,4	41,5	
C	41,0	32,6	42,8	41,3
	58,8		40,0	35,4
	57,6			
D	62,0	33,7	44,0	40,5
	78,4		46,5	36,8
	60,4			
E	71,6	53,4	60,9	47,7
	102,7	49,8		46,9
	83,0			
F	61,5	41,7	53,3	36,8
	87,5	36,8		43,9
	83,3			

3. HDL

Person	herkömmliche Kost	Formeldiät 1	Formeldiät 2	Formeldiät 3
A	61,6	58,1	51,6	71,2
	78,5	63,9	52,4	
B	67,4	31,7	53,4	56,7
	97,0	63,7	67,7	
C	69,1	57,3	56,7	50,3
	90,6		76,0	56,0
D	80,9	59,0	52,1	38,7
	53,6		67,7	70,7
E	44,4	58,2	60,9	59,1
	71,5	72,4		63,0
F	60,2	42,8	63,7	54,0
	72,8	69,7		53,4

4. Rest

Person	herkömmliche Kost	Formeldiät 1	Formeldiät 2	Formeldiät 3
A	25,4 13,6	23,8 27,0	25,0 34,0	30,3
B	40,4 11,9	43,1 29,6	30,4 27,1	26,8
C	29,3 8,9	25,9	19,6 24,3	28,8 29,0
D	33,5 9,9	29,9	25,0 30,0	24,4 26,8
E	58,8 20,6	30,4 31,3	26,5	28,6 28,8
F	25,4 15,3	32,3 22,7	29,9	19,6 26,3

5. HDL und Rest

Person	herkömmliche Kost	Formeldiät 1	Formeldiät 2	Formeldiät 3
A	101,9 87,0 92,1	81,9 90,9	76,6 86,4	101,5
B	107,8 108,9	74,8 94,3	83,8 94,8	83,5
C	115,5 98,4 99,5	83,2	76,3 100,3	79,1 85,0
D	140,0 114,4 63,5	88,9	77,1 57,7	63,1 97,5
E	140,9 103,2 92,1	88,6 103,7	87,4	87,7 91,8
F	127,5 85,6 88,1	75,1 102,4	93,6	73,6 79,7

Tabelle 7: Summe der Phosphatidkonzentrationen in den UZ-Fractionen
prozentual zu den im Gesamtplasma bestimmten Phosphatidkonzentrationen (Wiederfindungswerte)

Person	herkömmliche Kost	Formeldiät 1	Formeldiät 2	Formeldiät 3
A	85	76	73	88
	84	83	73	99
	72			
B	84	71	73	73
	82	82	83	79
C	76	72	74	72
	85	76	86	72
	78			
D	101	94	74	63
	97	81	80	86
	71			
E	85	75	90	72
	95	80	79	75
	79			
F	88	73	107	77
	102	82	100	81
	71			

Tabelle 8: Veränderungen der Gesamtphosphatidwerte (mg%) im Serum während des Formeldiätversuchs vom 16.6.1976 - 28.7.1976

Versuchs- person	Mittelwert aus Vor- u. Nach- versuchsperiode unter herkömm- licher Kost	Abnahme unter Formel- diät 1 im Ver- gleich zu her- kömmlicher Kost	Abnahme unter Formel- diät 2 im Ver- gleich zu her- kömmlicher Kost	Abnahme unter Formel- diät 3 im Ver- gleich zu her- kömmlicher Kost
A	179,5	25,7	14,0	30,0
B	239,0	65,7	64,8	73,8
C	203,0	37,8	39,5	33,1
D	198,0	30,6	21,9	28,4
E	247,4	50,5	37,6	55,9
F	218,9	55,6	63,0	69,5
Mittel- wert	214,3	44,3	40,1	48,5

Tabelle 9: Prozentuale Abnahme der Gesamphosphatidwerte im Plasma
der sechs Versuchspersonen unter den verschiedenen Formel-
diäten im Vergleich zu herkömmlicher Kost

Versuchsperson	Formeldiät 1	Formeldiät 2	Formeldiät 3
A	14,3	7,8	16,7
B	27,5	27,1	30,8
C	18,6	19,5	16,3
D	15,5	11,1	14,3
E	20,4	15,2	22,6
F	25,4	28,8	31,7
Mittelwert	20,3	18,3	22,1

Tabelle 10: Verhalten der Phosphatidkonzentrationen in der VLDL-Fraktion während des Formeldiätversuchs in Prozent zu den Konzentrationen die unter herkömmlicher Kost gemessen wurden.

Versuchs- Person	nach 2 Wochen	nach 4 Wochen	nach 6 Wochen
A	90,9	17,3	46,3
B	50,9	11,0	32,1
C	105,8	25,2	50,5
D	135,8	46,3	76,5
E	74,2	18,6	26,9
F	66,3	9,6	27,8

Tabelle 11: Veränderungen der Phosphatidkonzentrationen (mg%) in der LDL-Fraktion während des Formeldiätversuchs vom 16.6. - 28.7.1976

Versuchs- person	Mittelwert aus Vor-und Nachver- suchsperiode un- ter herkömmlicher Kost	Abnahme unter Formel- diät 1 im Ver- gleich zu her- kömmlicher Kost	Abnahme unter Formel- diät 2 im Ver- gleich zu her- kömmlicher Kost	Abnahme unter Formel- diät 3 im Ver- gleich zu her- kömmlicher Kost
A	44,6	9,9	8,6	14,0
B	69,5	22,0	26,6	29,0
C	53,7	21,1	12,3	15,4
D	65,3	31,6	20,1	26,7
E	77,3	25,7	16,4	30,0
F	78,9	39,7	25,6	38,6
Mittelwert	64,9	25,0	18,3	25,6

Tabelle 12: Prozentuale Abnahme der Phosphatidkonzentrationen in der LDL-Fraktion bei den sechs Versuchspersonen unter den verschiedenen Formeldiäten im Vergleich zu herkömmlicher Kost

Versuchsperson	Formeldiät 1	Formeldiät 2	Formeldiät 3
A	22,2	19,3	31,4
B	31,6	38,3	41,7
C	39,3	22,9	28,7
D	48,4	30,8	40,9
E	33,2	21,2	38,8
F	50,3	32,4	48,9
Mittelwert	37,5	27,5	38,4

Tabelle 13: Veränderungen der Phosphatidkonzentrationen (mg%) in der HDL-Fraktion während des Formeldiätversuchs vom 16.6. - 28.7.1976

Versuchs- person	Mittelwert aus Vor-und Nach- versuchsperiode unter herkömm- licher Kost	Abnahme unter Formel- diät 1 im Ver- gleich zu her- kömmlicher Kost	Abnahme unter Formel- diät 2 im Ver- gleich zu her- kömmlicher Kost	Abnahme unter Formel- diät 3 im Ver- gleich zu her- kömmlicher Kost
A	70,0	9,0	18,0	- 1,2
B	82,2	18,5	21,7	25,5
C	79,8	22,5	13,5	26,7
D	67,2	8,2	7,3	12,5
E	71,5	6,2	10,6	10,5
F	66,5	10,3	2,8	12,8
Mittelwert	72,9	12,4	12,3	14,5

Tabelle 14: Prozentuale Abnahme der Phosphatidkonzentrationen in der HDL-Fraktion bei den sechs Versuchspersonen unter den verschiedenen Formeldiäten im Vergleich zu herkömmlicher Kost

Versuchs- person	Formeldiät 1	Formeldiät 2	Formeldiät 3
A	12,8	25,7	-1,7
B	22,5	26,4	31,0
C	28,2	16,9	33,5
D	12,2	10,9	18,6
E	8,7	14,8	14,7
F	15,5	4,2	19,2
Mittelwert	16,7	16,5	19,2

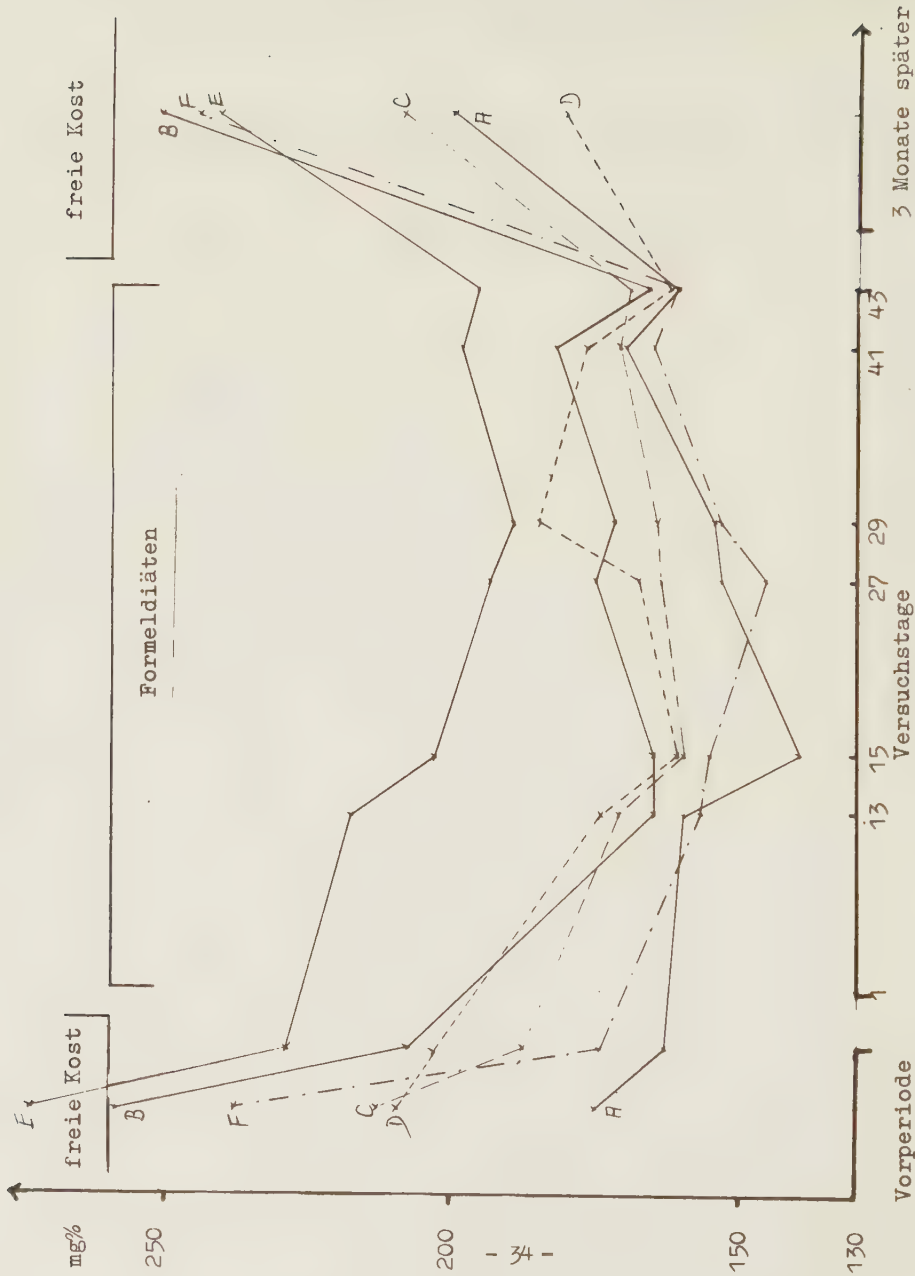
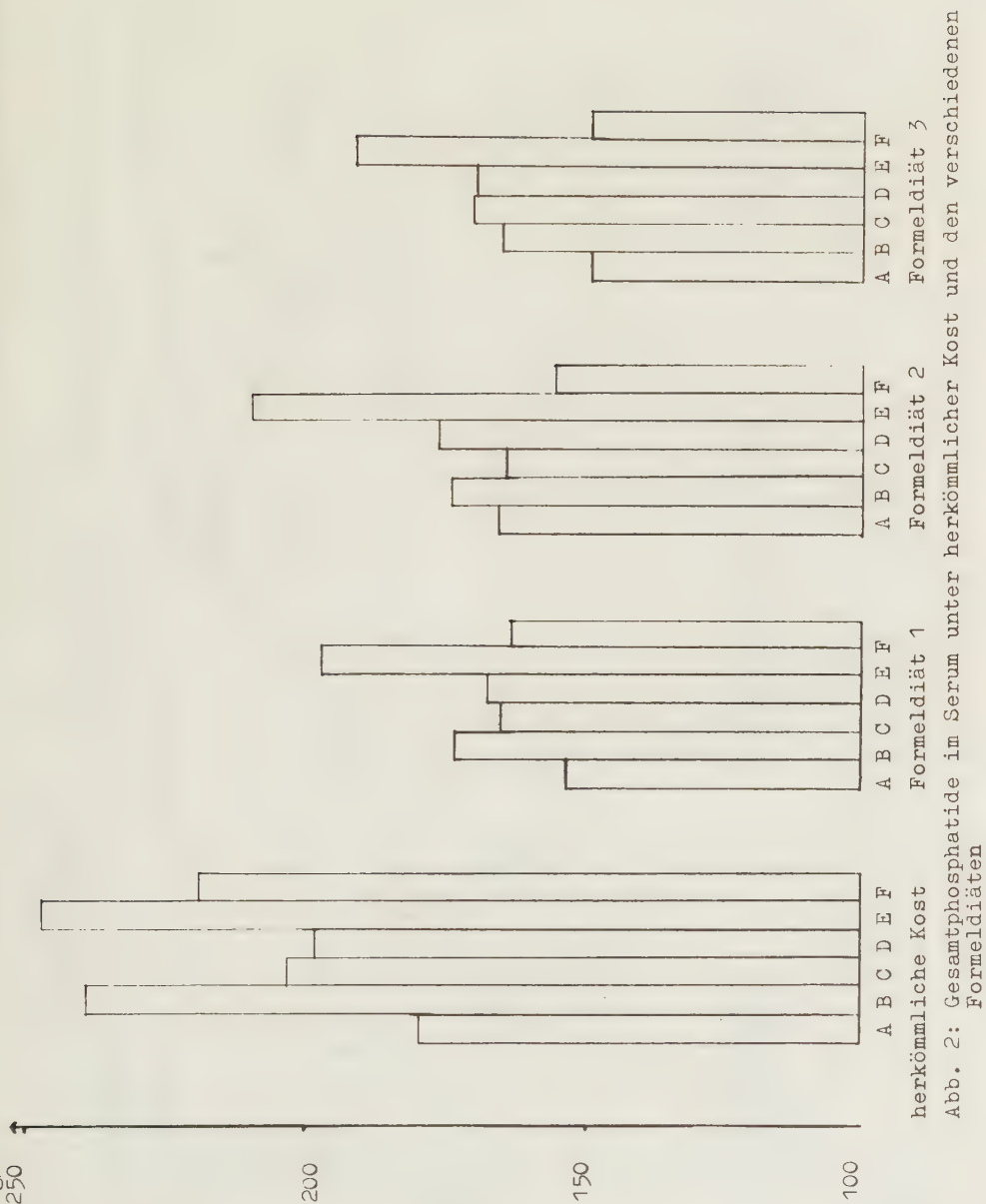


Abb. 1: Gesamtphosphatide im Serum vor, während und nach der Formeldiätperiode

mg%



herkömmliche Kost

Formeldiät 1

Formeldiät 2

Formeldiät 3

Abb. 2: Gesamtphosphatide im Serum unter herkömmlicher Kost und den verschiedenen Formeldiäten

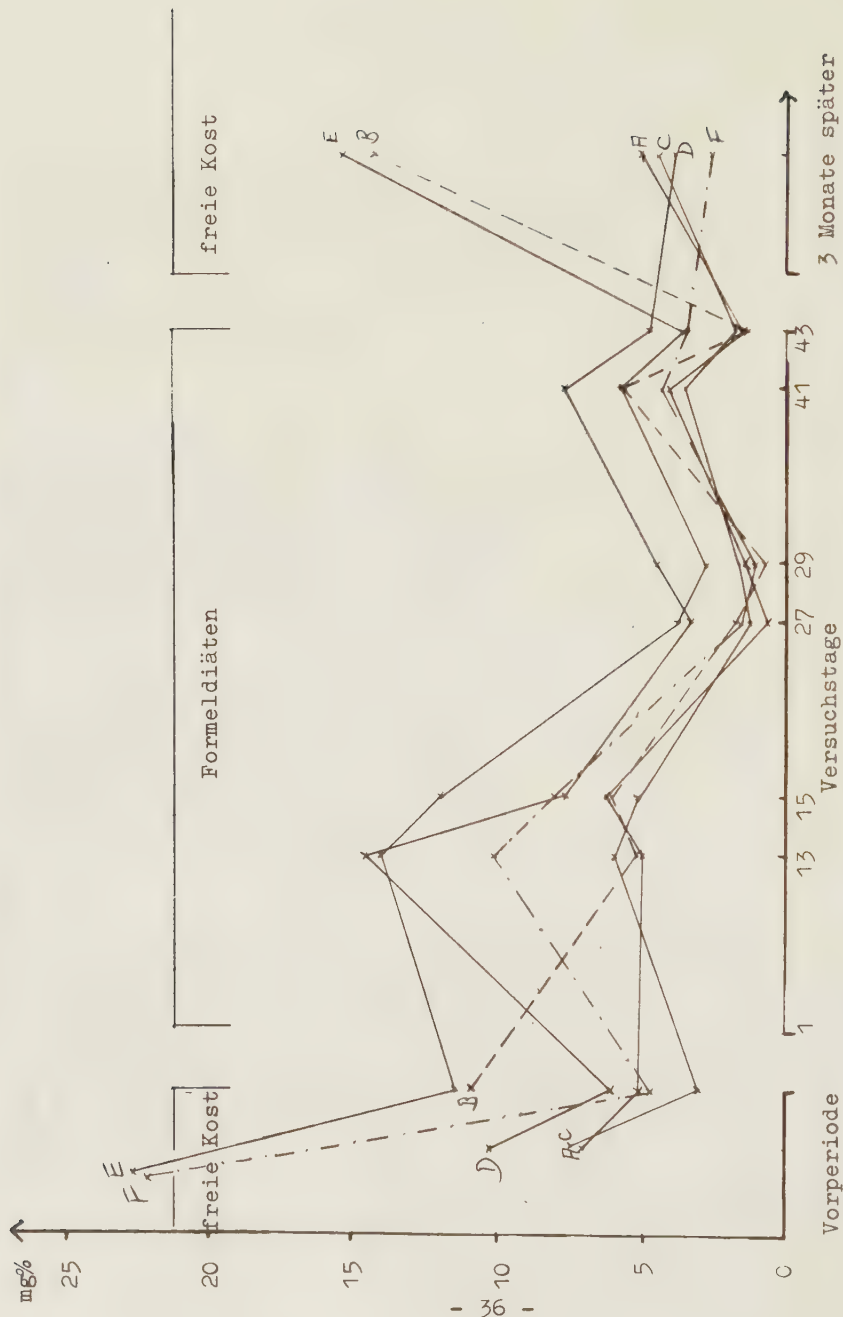
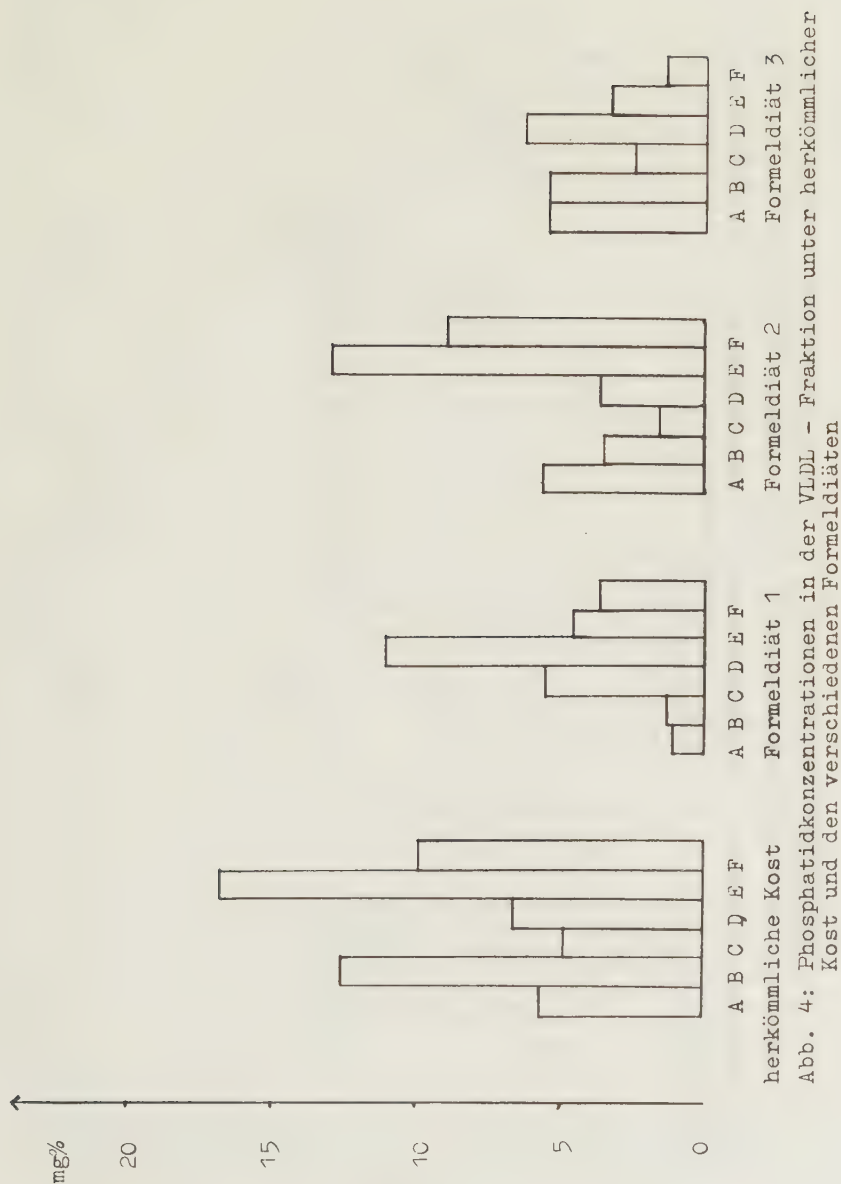


Abb. 3: Phosphatidkonzentrationen in der VLDL - Fraktion vor, während und nach der Formeldiätperiode



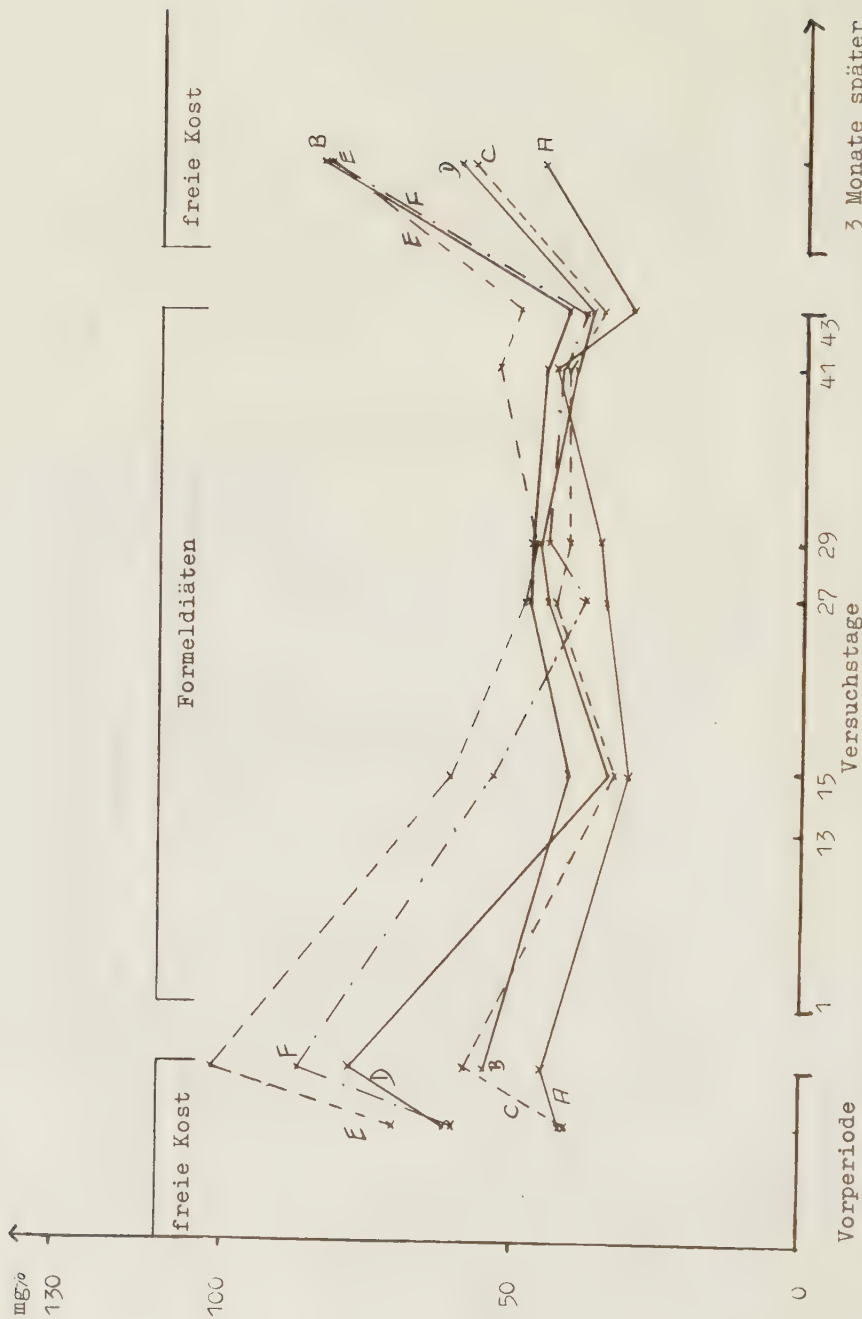


Abb. 5: Phosphatidkonzentrationen in der LDL - Fraktion der sechs Versuchspersonen (A - F) vor, während und nach der Formeldiätperiode

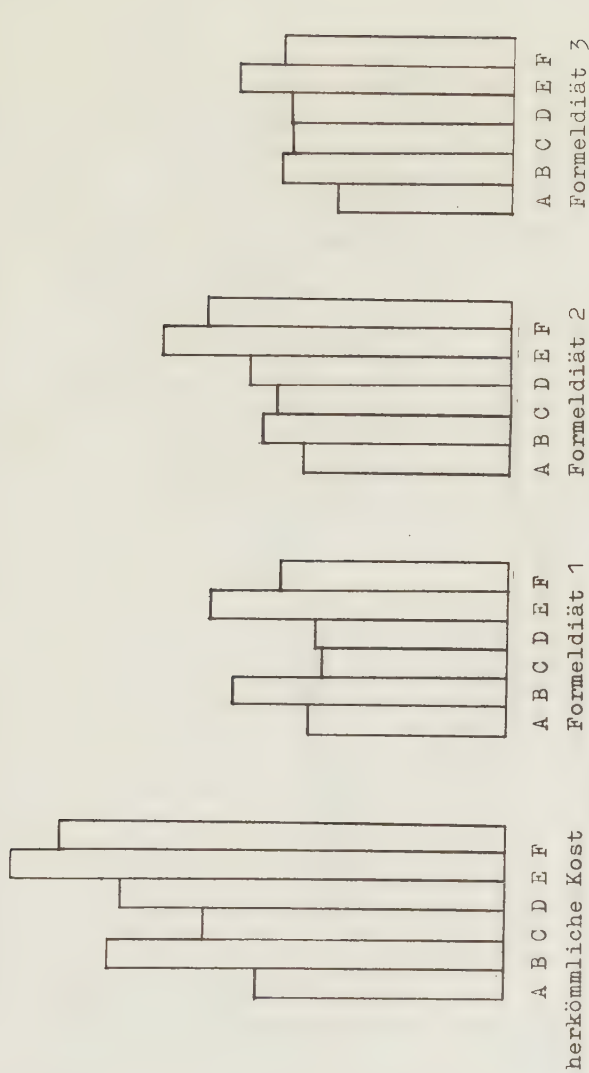


Abb. 6: Phosphatidkonzentrationen in der LDL - Fraktion der sechs Versuchspersonen (A - F) unter herkömmlicher Kost und den verschiedenen Formeldiäten

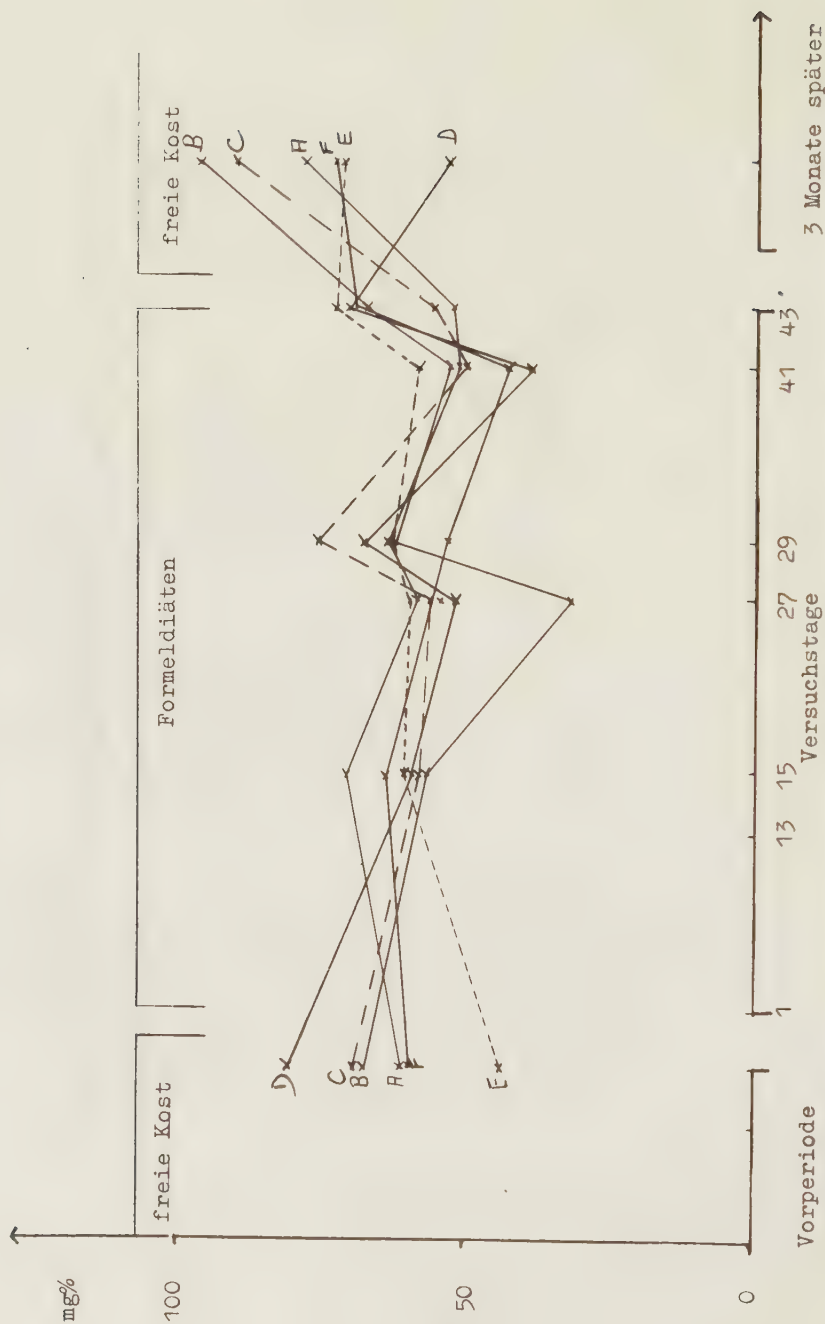


Abb. 7: Phosphatidkonzentrationen in der HDL - Fraktion der sechs Versuchspersonen (A - F) vor, während und nach der Formeldiätperiode

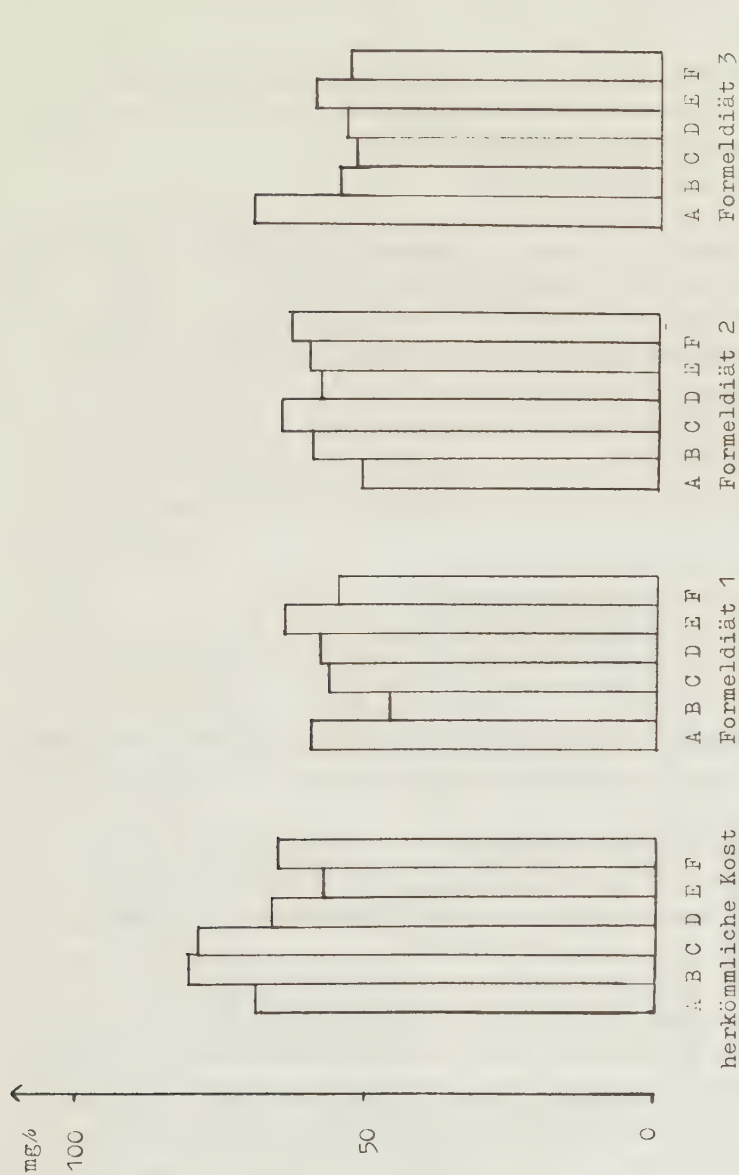


Abb. 8: Phosphatidkonzentrationen in der HDL - Fraktion der sechs Versuchspersonen (A - F) unter herkömmlicher Kost und den verschiedenen Formeldiäten

- 1 Ahrens, E.H. et al.
The Influence of Dietary Fats on Serum Lipid Levels in Man
Lancet 1, 943 - 953, (May 11) 1957
- 2 Ahrens, E.H.
Nutritional Factors and Serum Lipid Levels
Seminar in Atherosclerosis
Am. J. Med. 23, 928, 1957
- 3 Ahrens, E.H., Hirsch J., Peterson M.L., Insull W., Stoffel W.,
Farquar J.W., Miller T., Thomasson H.J.
The Effect on Human Serum Lipids of a Dietary Fat Highly
Unsaturated but Poor in Essential Fatty Acids
Lancet 1, 115 - 119, 1959
- 4 Bogatzki, G.
Archiv für das Eisenhüttenwesen 12, 195, 1938
- 5 Brech, W.J., Schettler, G.
Ernährung und Herzinfarkt
Ernährungsumschau, 16, 39, 1969
- 6 Bronte-Stewart, B., Antonis A., Eales L., Brock J.F.
Effects of Feeding Different Fats on Serum Cholesterol Level
Lancet, 521, 1956
- 7 Carlson L.A., Ericsson M.
Quantitative and Qualitative Serum Lipoprotein Analysis
2. Studies in Male Survivors of Myocardial Infarction
Atherosclerosis 21, 435, 1975
- 8 Christakis G., Rinzler S.H., Archer M. et al.
The Anti-Coronary Club. A Dietary Approach to the Prevention
of Coronary Heart Disease. A Seven-Year Report
Am. J. Publ. Health 56, 299, 1966

- 9 Dayton S.P., Goodman H. et al.
Controlled Trial of Diet High in Unsaturated Fat for Prevention
of Atherosclerotic Complications
Lancet 2, 1060, 1968
- 10 De Lalla O.F., Gofman J.W.
Ultracentrifugal Analysis of Serum Lipoproteins
in Methods of Biochemical Analysis
hrsg. von J.W. Gofman, Interscience New York 1954
- 11 Doyle J.T., Heslin A.S., Hilleboe H.E. et al.
A Prospective Study of Degenerative Cardiovascular Disease
in Albany: Report of Three Years Experience
I. Ischemic Heart Disease
Am. J. Publ. Health 47, Part 2, 25-32, 1957
- 12 Gordon T., Castelli W.P., Hjortland M.C., Kannel W.B., Dawber T.R.
High Density Lipoprotein as a Protective Factor Against Coronary
Heart Disease. The Framingham Study
Am. J. of Med. 62, 707, 1977
- 13 Green J.G., Brown H.B., Meredith A.P., Page J.H.
Use of Fat Modified Foods for Serum Cholesterol Reduction
J. Am. Med. Ass. 183, 5, 1963
- 14 Groen J.B., Tijong B.K., Kaminga C.E., Willebrands A.F.
The Influence of Nutrition, Individuality and some other Factors,
including various Forms of Stress, on Serum Cholesterol
Voeding, 13, 556, 1952
- 15 Heyden S.
Ernährung und Herzinfarkt
in: Fettstoffwechselstörungen hrsg. von G. Schettler
Thieme Verlag 1971, 95-124
- 16 Jackson R.S., Wilkinson C.F.
The Ratio Between Phospholipid and the Cholesterol in Plasma
Ann. intern. Med. 37, 1162, 1952

- 17 Kannel W.B., Dawber T.R., Kagan A. et al.
Factors of Risk in the Development of Coronary Heart Disease:
Six-Years Follow-up Experience
Ann. intern. Med. 55,33, 1961
- 18 Keys A., Taylor H.L., Blackburn H.
Mortality and Coronary Heart Disease among Men studied for 23 Years
Arch. intern. Med. 128, 201, 1971
- 19 Keys A. Taylor H.L., Blackburn H.
Coronary Heart Disease among Minnesota Business and Professional Men
Followed fifteen Years
Circulation 28, 381-395, 1963
- 20 Kinsell L.W., Partridge J., Boling L., Margen S., Michaels G.
Dietary Modification of Serum Cholesterol and Phospholipid Levels
J. clin. Endocr. 12, 909, 1962
- 21 Leren P.
The Oslo Diet- Heart Study. Eleven Year Report
Circulation 42, 935, 1970
- 22 Rose G.A., Thomson W.B., Williams R.T.
Corn Oil in Treatment of Ischemic Heart Disease
Brit. Med. J. 1, 1531, 1965
- 23 Schlierf G.
Zusammenhänge zwischen Ernährung und Herz-und Gefäßkrankheiten
Ernährungsumschau 14, 405, 1967
- 24 Schlierf G., Wolfram G.
Ernährungstherapie in der Praxis
J.F. Lehmanns Verlag, München
- 25 Schwandt, P.
Die Sekundären Hyperlipoproteinämien
in: Störungen des Fettstoffwechsels
Verlagsgesellschaft Otto Spatz, München 1973

- 26 Stamler J.
Ernährung: zu gut und zu fett rücht sich
Weltgesundheit, Magazin der WHO, 26 - 31, Sept. 1970
- 27 Symposium im Bundesgesundheitsamt
Nahrungsfette und degenerative Gefäßerkrankungen
Bundesgesundheitsblatt 17, 255, 1974
- 28 Turpeinen O., Miettinen M., Karvonen M.J., Roine P.,
Pekkarinen M., Lehtosuo E.J., Alivirta P.
Dietary Prevention of Coronary Heart Disease: Long Term Experiment
Am. J. clin. Nutr. 21, 255, 1968
- 29 Undeutsch D.
Fettstoffwechselstörungen
Stuttgart, New York Schattauer Verlag 1975
- 30 Wood P. D. S., Kinsell L.W.
Dietary Fat in Relation to Plasma Cholesterol and Bile
Acids in Man
Progress in Biochemical Pharmacology Band 2
hrsg. von R. Paoletti
Karger Verlag, Basel 1967
- 31 Zilversmit D.B., Davis A.K.
J. Lab. Clin. Med. 35, 155, 1950
- 32 Zöllner N., Eberhagen D.
Untersuchung und Bestimmung der Lipide im Blut
Springer Verlag Berlin 1965, 261 und 393

Lebenslauf

Name: Nieberle

Vornamen: Alfred Jakob Michael

Geburtstag: 22. November 1951

Geburtsort: Eichstätt/Bay

Staatsangehörigkeit: deutsch

Vater: Max Michael Nieberle, Postamtman

Mutter: Walburga Nieberle, geb. Templer, Hausfrau

Schulbesuche: Volksschule Eichstätt Sept. 1958 - Juli 1962
Gymnasium Eichstätt Sept. 1962 - Juli 1965
Gymnasium Weißenburg/Bay Sept. 1965 - Juni 1971
Abitur Juni 1971

Jan. 1972 - April 1973 Ableistung des Zivilen Ersatzdienstes an der Sonderschule für Geistigbehinderte in Freyung

SS 1973 - WS 1978/79 Studium der Humanmedizin an der Ludwig - Maximilians - Universität München

Mai 1979 Approbation als Arzt

seit 15. Juni 1979 Assistenzarzt am Kreiskrankenhaus Gunzenhausen, Innere Abteilung

Gunzenhausen, den 8. Februar 1981

Alfred Nieberle

